

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] In a dielectric substrate, the 1st, 2nd, and 3rd conductor layers formed succeeding at least one side edge section of said dielectric substrate, the side front, and the background, and said 1st conductor layer In the section and said 2nd and 3rd conductor layers the 1st formed so that the side front and background of said dielectric substrate might be arrived at ---less --- a conductor --- respectively --- an end --- said 1st [ the ] ---less --- a conductor --- it extends vertically from said side edge section succeeding the section --- level ---less --- a conductor --- the section --- said --- level ---less --- a conductor --- it extends toward a lower part from the other end of the section --- vertical ---less --- a conductor, while consisting of the sections said --- level ---less --- a conductor --- each width of face of said 2nd and 3rd conductor layers from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate The section is provided. said --- level ---less --- a conductor --- it was formed so that it might become shorter than each width of face of said 2nd and 3rd conductor layers from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate --- mutual --- symmetrical --- the 2nd of gamma configuration, and the 3rd ---less --- a conductor --- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable linked to communication equipment --- said 2nd or 3rd either ---less --- a conductor --- the conductor of the both sides of the section --- the slot antenna characterized by connecting with a part respectively.

[Claim 2] In a dielectric substrate, the conductor layer formed in said one dielectric substrate side, and said conductor layer an end reaches one side edge section of said dielectric substrates, and it extends vertically from said side edge section --- level ---less --- a conductor --- the section --- said --- level ---less --- a conductor --- it extends toward a lower part from the other end of the section --- vertical ---less --- a conductor, while consisting of the sections said --- level ---less --- a conductor --- the width of face of said conductor layer from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate The section is provided. said --- level ---less --- a conductor --- gamma configuration formed so that it might become

shorter than the width of face of said conductor layer from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate ---less -- a conductor -- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable linked to communication equipment -- said ---less -- a conductor -- the conductor of the both sides of the section -- the slot antenna characterized by connecting with a part respectively.

[Claim 3] In a dielectric substrate, the conductor layer formed in the side front of said dielectric substrate, and said conductor layer an end reaches one side edge section of said dielectric substrates, and it extends vertically from said side edge section -- level ---less -- a conductor -- the section -- said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- the width of face of said conductor layer from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate -- said -- level ---less -- a conductor -- gamma configuration formed so that it might become shorter than the width of face of said conductor layer from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate ---less -- a conductor -- with the section the end section connects with communication equipment on the background of said dielectric substrate -- having -- the other end -- the side front of said dielectric substrate -- said ---less -- a conductor -- with the microstrip line formed so that it might become the location and symmetric position over the section said other end of said microstrip line -- said ---less -- a conductor -- the slot antenna characterized by providing the through hole which connects said conductor layer near the section.

[Claim 4] a metal plate and an end reach one side edge section of said metal plates, and are vertically prolonged from said side edge section, and penetrate from the side front of said metal plate to a background -- level ---less -- a conductor -- with the section said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section, and penetrates from the side front of said metal plate to a background -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- the width of face of said metal plate from the upper bed of the section to the upper bed section of said metal plate The section is provided, said -- level ---less -- a conductor -- gamma configuration formed so that it might become shorter than the width of face of said metal plate from the soffit of the section to the soffit section of said metal plate ---less -- a conductor -- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable linked to communication equipment -- said ---less -- a conductor -- the conductor of the both sides of the section -- the slot antenna characterized by connecting with a part respectively.

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is used as an antenna of field radios, such as a cordless telephone machine and a portable telephone, and relates to a suitable slot antenna.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally as an antenna of the conventional field radio, the whip antenna with the easy configuration is used. Drawing 8 is drawing showing the ideal operating state of a whip antenna 1. The body of this whip antenna 1 is produced with the metal wire or metal rod whose die length is about 1 [ about 1 of wavelength  $\lambda$  ( $\text{correcting } \lambda = c/f$ ; /  $c$  velocity of light) / 4 to the operating frequency  $f$ , or  $\lambda/2$ , and that body is further protected by being covered by resin etc. Thus, by setting up the die length of a whip antenna 1, an electric wave resonates in the operating frequency  $f$ , and is received or transmitted efficiently. Moreover, in this drawing, the whip antenna 1 is installed vertically on the ground plane 2 which has sufficient size as compared with the operating wavelength  $\lambda$ . in such a case, the directivity within a field vertical to the self of a whip antenna 1 -- 3 is uniform. moreover, the directivity within the field containing a whip antenna 1 -- 3 becomes min in max and an parallel direction in the direction in which a ground plane 2 intersects perpendicularly to a whip antenna 1 as it is shown in drawing, since it is large enough as compared with the operating wavelength  $\lambda$ .

[0003] Next, drawing 9 shows the condition of having installed the whip antenna 1 vertically to the ground plane 4 of the finite below operating wavelength. the directivity of the whip antenna [ ground plane / 4 ] 1 within a field vertical to the self of a whip antenna 1 to wavelength  $\lambda$  when small -- the directivity within the field which contains a whip antenna 1 although 5 is uniform -- 5 becomes max in the direction which has a certain elevation angle to a ground plane 4. thus, a ground plane 4 becomes small -- alike -- following -- directivity -- the direction whose 5 is max moves in the direction in which an elevation angle becomes large to a ground plane 4.

[0004] And drawing 10 is the top view showing the appearance configuration of the point of the conventional field radio 6, and the whip antenna 1 is vertically formed in the ground plane 7 of the upper bed of a field radio 6. in this case, since it was very small compared with wavelength  $\lambda$ , the ground plane 7 was mentioned above -- as -- the directivity of a whip antenna 1 -- 8 becomes max in the direction which has a certain elevation angle to a ground plane 7. Moreover, a field radio 6 is near the body head, and is usually used from a vertical direction to earth surface, leaning to the predetermined include angle  $\theta$ . therefore, the directivity of the whip antenna [ as opposed to / in this case / earth surface ] 1 within an parallel field -- 8 becomes less uniform Hereafter, in order to simplify explanation, a vertical direction and a vertical

field are respectively made into a perpendicular direction and a vertical plane for an parallel direction and an parallel field to a horizontal direction and the level surface, and earth surface to earth surface.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Now, generally, with a field radio, since a vertically polarized wave is used, it is required that the directivity to the vertically polarized wave in the level surface of the antenna attached in a field radio should be uniform. However, when using the field radio 6 with which the conventional whip antenna 1 was formed, as for the directivity to the vertically polarized wave within the level surface, the direction of the directivity max shifts greatly from the level surface uniformly. Therefore, there was a problem that lowering of gain was large and degraded communication link quality. It was made in view of the situation mentioned above, this invention has the uniform directivity within the level surface, and in case it uses a field radio, it aims at offering the slot antenna which has mostly the direction of directive max of a vertically polarized wave in the level surface.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may solve the trouble mentioned above, the slot antenna by invention concerning claim 1 In a dielectric substrate, the 1st, 2nd, and 3rd conductor layers formed succeeding at least one side edge section of said dielectric substrate, the side front, and the background, and said 1st conductor layer In the section and said 2nd and 3rd conductor layers the 1st formed so that the side front and background of said dielectric substrate might be arrived at ---less -- a conductor -- respectively -- an end -- said 1st [ the ] ---less -- a conductor -- it extends vertically from said side edge section succeeding the section -- level ---less -- a conductor -- the section -- said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- each width of face of said 2nd and 3rd conductor layers from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate The section is provided. said -- level ---less -- a conductor -- it was formed so that it might become shorter than each width of face of said 2nd and 3rd conductor layers from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate -- mutual -- symmetrical -- the 2nd of gamma configuration, and the 3rd ---less -- a conductor -- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable linked to communication equipment -- said 2nd or 3rd either ---less -- a conductor -- the conductor of the both sides of the section -- it is characterized by connecting with a part respectively.

[0007] The slot antenna by invention concerning claim 2 In a dielectric substrate, the conductor layer formed in said one dielectric substrate side, and said conductor layer an end reaches one side edge section of said dielectric substrates, and it extends

vertically from said side edge section -- level ---less -- a conductor -- the section -- said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- the width of face of said conductor layer from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate said -- level ---less -- a conductor -- gamma configuration formed so that it might become shorter than the width of face of said conductor layer from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate ---less -- a conductor -- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable which possess the section and are connected with communication equipment -- said ---less -- a conductor -- the conductor of the both sides of the section -- it is characterized by connecting with a part respectively.

[0008] The slot antenna by invention concerning claim 3 In a dielectric substrate, the conductor layer formed in the side front of said dielectric substrate, and said conductor layer an end reaches one side edge section of said dielectric substrates, and it extends vertically from said side edge section -- level ---less -- a conductor -- the section -- said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- the width of face of said conductor layer from the upper bed of the section to the upper bed section of said dielectric substrate -- said -- level ---less -- a conductor -- gamma configuration formed so that it might become shorter than the width of face of said conductor layer from the soffit of the section to the soffit section of said dielectric substrate ---less -- a conductor -- with the section the end section connects with communication equipment on the background of said dielectric substrate -- having -- the other end -- the side front of said dielectric substrate -- said ---less -- a conductor -- with the microstrip line formed so that it might become the location and symmetric position over the section said other end of said microstrip line -- said ---less -- a conductor -- it is characterized by providing the through hole which connects said conductor layer near the section.

[0009] The slot antenna by invention concerning claim 4 a metal plate and an end reach one side edge section of said metal plates, and are vertically prolonged from said side edge section, and penetrate from the side front of said metal plate to a background -- level ---less -- a conductor -- with the section said -- level ---less -- a conductor -- it extends toward a lower part from the other end of the section, and penetrates from the side front of said metal plate to a background -- vertical ---less -- a conductor, while consisting of the sections said -- level ---less -- a conductor -- the width of face of said metal plate from the upper bed of the section to the upper bed section of said metal plate said -- level ---less -- a conductor -- gamma configuration formed so that it might become shorter than the width of face of

said metal plate from the soffit of the section to the soffit section of said metal plate  
---less --- a conductor --- the outer conductor and inner conductor of a coaxial cable  
which possess the section and are connected with communication equipment --- said  
---less --- a conductor --- the conductor of the both sides of the section --- it is  
characterized by connecting with a part respectively.

[0010]

[Function] level, when above-mentioned claim 1 thru/or the slot antenna by invention  
concerning 4 are vertically installed to the level surface ---less --- a conductor --- a  
vertically polarized wave is emitted from the section and vertical ---less --- a  
conductor --- a horizontally polarized wave is emitted from the section. and level  
---less --- a conductor --- level, since the width of face of the conductor layer of a  
section upside is shorter than the width of face of the conductor layer of the bottom  
---less --- a conductor --- electric field concentrate on the conductor layer above the  
section. Therefore, the maximum radiation direction over a vertically polarized wave  
inclines upwards from the level surface.

[0011]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a  
drawing. Drawing 1 is drawing showing the configuration of the slot antenna 9 by the  
first example of this invention, and the perspective view as which drawing 1 (a)  
regarded the near field where a coaxial cable 10 is connected, and this drawing (b) are  
perspective views which looked at the field on the background. The dielectric  
substrate 11 of about  $0.002\lambda$  is used for the slot antenna 9 for thickness, and  
conductor layers 12a and 12b are formed in both the front faces 11a and 11b.  
Moreover, conductor-layer 12c is formed in one side edge side 11c among four end  
faces around the dielectric substrate 11. By approaches, such as etching, it exfoliates  
and conductor layers 12a and 12b are formed in the conductor layers 12a and 12b of  
the dielectric substrate 11 so that the gamma-like slots 13a and 13b may be in  
agreement on the front reverse side, respectively. Here, the amount of [ of each slots  
13a and 13b ] (part prolonged in the x directions) horizontal level has reached side  
edge side 11c. Moreover, slot 13c which connects Slots 13a and 13b is formed in side  
edge side 11c of the dielectric substrate 11, and one continuous slot 13 is formed of  
Slots 13a, 13b, and 13c. Here, both the width of face of Slots 13a, 13b, and 13c is  
about  $0.01\lambda$ . the die length for a horizontal level of Slots 13a and 13b --- every  
--- about  $0.04\lambda$  --- it is --- the die length of a vertical part (part prolonged in the  
direction of z) --- every --- it is about  $0.17\lambda$ . Therefore, the overall length of a  
slot 13 is about  $0.42\lambda$ .

[0012] In this case, as shown in drawing 1 (b), when the conductor width to L1 and  
soffit side 11 of soffit for horizontal level of slot 13 to dielectric substrate 11 e is set  
to L2 for the conductor width from the upper bed for a horizontal level of a slot 13 to  
11d of upper bed sides of the dielectric substrate 11, the thing of a configuration

which is set to  $L1 < L2$  is used for the dielectric substrate 11.

[0013] Moreover, since the input resistance of the slot antenna 9 in the location which is separated only by length  $0.01\lambda - 0.02\lambda$  from 13d of the vertical part of slot 13a is 50 ohms, if the coaxial cable 10 with a characteristic impedance of 50 ohms is connected to this location, the impedance of a coaxial cable 10 and a slot antenna 9 can be adjusted. In this case, outer-conductor 10o and inner conductor 10i are respectively fixed to conductor-layer 12a with means, such as soldering, so that inner conductor 10i of the end of a coaxial cable 10 may cross slot 13a in the above-mentioned location. Moreover, feed is performed to a slot antenna 9 by connecting with the transmitter which the other end of this coaxial cable 10 does not illustrate.

[0014] Drawing 2 shows the inside of the slot 13 of a slot antenna 9, and the direction of about 11 dielectric substrate electric field by the arrow head of a continuous line. The direction of electric field turns into the same direction in the slots 13a and 13b of the front face side of the dielectric substrate 11. As shown in drawing, vertical electric field occurs in both parts for each horizontal level and slot 13c of Slots 13a and 13b, and a vertically polarized wave is emitted by these. Moreover, electric field horizontal to each vertical parts of both of Slots 13a and 13b occurs, and a horizontally polarized wave is emitted by these. Furthermore, L1 is short written to a conductor width L2, and electric field concentrates on conductor-layer 12c above slot 13 of side edge side 11c of dielectric substrate 11. Therefore, the maximum radiation direction of a vertically polarized wave inclines like the arrow head 14 shown with a broken line more nearly up than the level surface (x-y flat surface).

[0015] Drawing 3 is as a result of [ of the radiating pattern of the vertically polarized wave within the x-z flat surface shown in drawing 1 ] 1 measurement, and is normalized on the gain of a standard dipole antenna. According to this measurement result, the maximum radiation direction in the +x direction of a x-z flat surface has turned to about 20-degree upper part horizontally ( $z = 0$  degree). However, it receives horizontally and is [ about ]. -The radiating pattern with 10 to almost uniform about +80 degrees is obtained. Moreover, the maximum radiation direction in the -x direction of a x-z flat surface has turned to about 30-degree lower part horizontally.

[0016] Now, drawing 4 is the top view of the field radio 15 which used the slot antenna 9 of this example. As the radiating pattern within the x-z side of drawing 3 shows, when the maximum radiation direction of a slot antenna 9 has shifted from the level surface to the upper part, and using 30 degrees - 60 degrees of field radios 15 from the level surface, leaning them (it is usually used, leaning to this extent), the maximum radiation direction in a radiating pattern 16 can change it into the condition of being in the level surface mostly. Moreover, the direction of the electric field in the slots 13a and 13b shown in drawing 1 is mutually in agreement, and the radiating pattern 16 of the vertically polarized wave in the case of using a field radio 15 actually further, since

a vertically polarized wave is emitted from a part for a horizontal level and slot 13c of Slots 13a and 13b serves as about 1 appearance in the level surface. The gain of the slot antenna 9 in this case is equivalent to the gain of a dipole antenna.

[0017] Moreover, since a horizontally polarized wave is also emitted from the vertical part of Slots 13a and 13b, it can respond also to change of the plane of polarization caused by multi-pass phasing generated in mobile communication, such as a field radio. That is, a slot antenna 9 functions as a kind of diversity antenna. Therefore, if this slot antenna 9 is used, communicative quality will improve remarkably. Specifically, the error rate in digital communication falls.

[0018] As mentioned above, although actuation in case a slot antenna 9 is a send state was explained, the same is said of the directivity in a receive state. That is, in case a slot antenna 9 is used, it is possible to receive efficiently the electric wave which comes from a horizontal direction. Therefore, this slot antenna 9a is suitable for the mobile communication of a field radio.

[0019] In addition, in the slot antenna 9 by this example, you may make it a configuration [ as / other three end faces of whose except side edge side 11c of the dielectric substrate 11 are conductor layers ]. Moreover, although the case where a coaxial cable 10 was connected to slot 13a was shown in drawing 1 , you may connect with slot 13b. Furthermore, it is possible to choose it from  $0.003\lambda$  as arbitration in the range of  $0.03\lambda$  extent, without also limiting the width of face of a slot 13 to about 0.01 above-mentioned  $\lambda$ .

[0020] Drawing 5 is the perspective view showing the configuration of slot antenna 9a by the 2nd example of this invention. The same sign is attached to drawing 1 mentioned above and a corresponding part in this drawing. Slot antenna 9a by this example is equal to that in which the conductor layers 12b and 12c and Slots 13b and 13c are not formed in the slot antenna 9 of the 1st example shown in drawing 1 . That is, conductor-layer 12a and slot 13a are formed in surface 11a of the dielectric substrate 11. In this example, a coaxial cable 10 is not attached in the rear face of the dielectric substrate 11, although it connects with conductor-side 12a by the same approach as the 1st example. Moreover, from a part for the horizontal level of slot 13a of slot antenna 9a of this example, a vertically polarized wave is emitted and a horizontally polarized wave is emitted from a vertical part. Since other actuation is the same as the 1st example, the explanation is omitted. In the configuration of slot antenna 9a by this example, in order for what is necessary to be to process only one side of the dielectric substrate 11, that production is easy.

[0021] Drawing 6 shows the configuration of slot antenna 9b by the 3rd example of this invention, and the perspective view as which drawing 6 (a) regarded the near field in which conductor-layer 12a is formed, and this drawing (b) are perspective views which looked at the field on the background. In addition, the same sign is attached to the part corresponding to drawing 1 mentioned above in this drawing. This example



supplies electric power by using a microstrip line 17 instead of the coaxial cable 10 in the 1st example of the above.

[0022] In slot antenna 9b shown in drawing 6, slot 13a of the shape of same gamma as what is shown in drawing 1 is formed in conductor-layer 12 of surface 11a of dielectric substrate 11a, and as a microstrip line 17 straddles slot 13 of surface 11a to rear-face 11b of the dielectric substrate 11, it is formed in it. And the end section of a microstrip line 17 is connected to conductor-layer 12a near the slot 13a through the through hole 18. Therefore, electromagnetic-field association takes place between a microstrip line 17 and slot 13a, and slot antenna 9b is excited by the power impressed to a microstrip line 17. Moreover, the other end (end-face side of the dielectric substrate 11) is connected to the transceiver circuit of the slot antenna 9b exterior.

[0023] Moreover, when the characteristic impedance of a microstrip line 17 is 50ohms, in order to adjust the impedance of a microstrip line 17 and slot 13a, a microstrip line 17 is formed in the location which distance  $0.01-0.02\lambda$  is distant from 3d of soffits of slot 13a on the background of the dielectric substrate 11. In that case, a microstrip line 17 is formed so that the center line may serve as the location of inner conductor 10i of a coaxial cable 10 and symmetric position in the 1st example.

[0024] In slot antenna 9b of this example, since it is not necessary to solder the coaxial cable for feed, the assembly of a slot antenna is easy. Moreover, since a microstrip line 17 can perform feed between slot antenna 9b, a transceiver circuit, etc. when slot antenna 9b is formed in the same substrate as a transceiver circuit etc., the consistency of an impedance is very good. In addition, in this example, although the slot is not formed in side edge side 11c, you may make it a configuration which forms slot 13c shown in the 1st example.

[0025] Drawing 7 is the perspective view showing the configuration of slot antenna 9c by the 4th example of this invention. The same sign is attached to drawing 6 mentioned above and a corresponding part in this drawing. Slot antenna 9c by this example consists of only thin metal plates 19. In this case, the width of face of a slot 20 can be chosen from  $0.003\lambda$  as arbitration in the range of  $0.03\lambda$  extent like said 1st example thru/or 3rd example. since the dielectric of the opening part of a slot 20 of the die length of a slot 20 is air -- said the 1st thru/or 3rd example -- comparing --  $0.01\lambda$  extent -- it becomes long.

[0026] Moreover, the conductor width from the upper bed for a horizontal level (part prolonged in the x directions) of a slot 20 to upper bed side 19a of a metal plate 19 is designed so that it may become smaller than the conductor width from the soffit for a horizontal level of a slot 20 to soffit side 19b of a metal plate 19. And the coaxial cable 10 is being fixed to the location on  $0.01 - 0.02\lambda$  with the same means as the 1st and 3rd examples from soffit 20a of the vertical part of a slot 20. In this case, you may attach in which field of coaxial cable 10 metal plate 19. In this example, since slot antenna 9c consists of only metal plates 19, slot antenna 9c is easily producible with

machining of the press instead of approaches, such as etching like said 1st example thru/or the 3rd example, etc. Moreover, it is also possible to carry out simultaneous processing with the same metal as a metal shielding case, covering, etc. which cover the transceiver circuit in a field radio, and it contributes to reduction of fabrication cost.

[0027]

[Effect of the Invention] Since directivity to the vertically polarized wave which can be set in the level surface of a slot antenna can be made into about 1 appearance according to this invention as explained above, it is suitable for mobile communication, such as a field radio. Moreover, since the directive direction of max of a slot antenna can be leaned to the level surface, in a actual talk state, it is possible to make gain of a slot antenna into max.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the configuration of the slot antenna 9 by the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing electric-field distribution of the slot antenna 9 in this example.

[Drawing 3] It is drawing showing the radiating pattern in this example.

[Drawing 4] It is the top view of the field radio 15 using the slot antenna 9 in this example.

[Drawing 5] It is the perspective view showing the configuration of slot antenna 9a by the 2nd example of this invention.

[Drawing 6] It is the perspective view showing the configuration of slot antenna 9b by the 3rd example of this invention.

[Drawing 7] It is the perspective view showing the configuration of slot antenna 9c by the 4th example of this invention.

[Drawing 8] It is the top view of the whip antenna 1 in ideal operating state.

[Drawing 9] It is the top view of the whip antenna 1 installed on the finite ground plane 4.

[Drawing 10] It is the top view of the conventional field radio 6 using a whip antenna 1.

[Description of Notations]

9, 9a-9c Slot antenna

10 Coaxial Cable

11 Dielectric Substrate

11a Front face

11b Rear face

11c Side edge side

11d, 19a Up end face

11e, 19b Soffit side

12a, 12b, 12c Conductor layer

13a- 13c and 20 Slot

17 Microstrip Line

18 Through Hole

19 Metal Plate

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2793413号

(45) 発行日 平成10年(1998) 9月3日

(24) 登録日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 Q 13/16  
13/20

H 0 1 Q 13/16  
13/20

請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平4-39864

(22) 出願日 平成4年(1992) 2月26日

(65) 公開番号 特開平5-243837

(43) 公開日 平成5年(1993) 9月21日

審査請求日 平成8年(1996) 7月25日

(73) 特許権者 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 嶋原 亮

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アル

プス電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

審査官 鈴木 匡明

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, D B名)

H01Q 13/10 - 13/28

(54) 【発明の名称】 スロットアンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体基板と、

前記誘電体基板の少なくとも1つの側端部、表側および裏側に連続して形成された第1、第2および第3の導体層と、

前記第1の導体層において、前記誘電体基板の表側および裏側に達するように形成された第1の無導体部と、

前記第2および第3の導体層において、各々一端が前記第1の無導体部に連続し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記第2および第3の導体層の各々の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記第2および第3の導体層の各々の幅より短くなる

ように形成された互いに対称で「」形状の第2および第3の無導体部とを具備し、

通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記第2または第3いずれかの無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とするスロットアンテナ。

【請求項2】 誘電体基板と、

前記誘電体基板の一方の側に形成された導体層と、

前記導体層において、一端が前記誘電体基板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記導体層の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記導体層の幅より短くなるよ

うに形成された「形状の無導体部とを具備し、通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とするスロットアンテナ。

【請求項3】 誘電体基板と、

前記誘電体基板の表側に形成された導体層と、  
前記導体層において、一端が前記誘電体基板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記導体層の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記導体層の幅より短くなるように形成された「形状の無導体部と、  
前記誘電体基板の裏側において、一端部が通信機器と接続され、他端部が前記誘電体基板の表側の前記無導体部を跨ぐ位置と対称な位置となるように形成されたマイクロストリップ線路と、  
前記マイクロストリップ線路の前記他端部と前記無導体部近傍の前記導体層とを接続するスルーホールとを具備することを特徴とするスロットアンテナ。

【請求項4】 金属板と、

一端が前記金属板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延び、前記金属板の表側から裏側へ貫通する水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延び、前記金属板の表側から裏側へ貫通する垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記金属板の上端部までの前記金属板の幅が、前記水平無導体部の下端から前記金属板の下端部までの前記金属板の幅より短くなるように形成された「形状の無導体部とを具備し、  
通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とするスロットアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明はコードレス電話機や携帯電話機等の携帯無線機のアンテナとして用いて好適なスロットアンテナに関する。

【0002】

【従来の技術】従来の携帯無線機のアンテナとしては、その構成が簡単であるホイップアンテナが一般的に用いられている。図8はホイップアンテナ1の理想動作状態を示す図である。このホイップアンテナ1の本体は、長さ $\lambda$ が使用周波数 $f$ に対する波長 $\lambda$  ( $\lambda = c/f$ ; ただし、 $c$ は光速)の約 $1/4$ または約 $1/2$ の金属線あるいは金属棒で作製されており、さらに、その本体は樹脂等で被われることにより保護されている。このように、ホイップアンテナ1の長さを設定することにより、電波が使用周波数 $f$ において共振し、効率よく受信または送

信される。また、この図において、ホイップアンテナ1は、使用波長 $\lambda$ に比較して十分な広さを持つ接地面2上に垂直に設置されている。このような場合、ホイップアンテナ1の自身に垂直な面内における指向性3は一樣である。また、ホイップアンテナ1を含む面内における指向性3は、接地面2が使用波長 $\lambda$ に比較して十分に大きいため、図に示すように、ホイップアンテナ1に対して直交する方向において最大、平行な方向において最小となる。

10 【0003】次に、図9は使用波長以下の有限の接地面4に対してホイップアンテナ1を垂直に設置した状態を示す。接地面4が波長 $\lambda$ に対して小さい場合、ホイップアンテナ1の自身に垂直な面内におけるホイップアンテナ1の指向性5は一樣であるが、ホイップアンテナ1を含む面内における指向性5は、接地面4に対してある仰角を持つ方向において最大となる。このように、接地面4が小さくなるに従い、指向性5が最大である方向は、接地面4に対して仰角が大きくなる方向に移動する。

20 【0004】そして、図10は従来の携帯無線機6の先端部の外観構成を示す平面図であり、携帯無線機6の上端の接地面7に垂直に、ホイップアンテナ1が設けられている。この場合、接地面7は波長 $\lambda$ に比べ極めて小さいため、上述したように、ホイップアンテナ1の指向性8は接地面7に対してある仰角を持つ方向において最大となる。また、通常、携帯無線機6は、人体頭部近傍で、地表面に対して垂直な方向から所定の角度 $\theta$ に傾けて使用される。したがって、この場合、地表面に対して平行な面内におけるホイップアンテナ1の指向性8は一樣ではなくなる。以下、説明を簡略化するために、地表面に対して平行な方向および面を各々水平方向および水平面、地表面に対して垂直な方向および面を各々垂直方向および垂直面とする。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】さて、一般に、携帯無線機では垂直偏波が用いられるため、携帯無線機に取り付けられるアンテナの水平面内での垂直偏波に対する指向性が一樣であることが要求される。しかし、従来のホイップアンテナ1が設けられた携帯無線機6を使用する場合、水平面内における垂直偏波に対する指向性は一樣ではなく、また、その指向性最大の方向が水平面から大きくずれる。そのため、利得の低下が大きく、通信品質を劣化させるという問題があった。この発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、水平面内における指向性が一樣であり、かつ、携帯無線機を使用する際、垂直偏波の指向性最大の方向がほぼ水平面内にあるスロットアンテナを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した問題点を解決するために、請求項1に係わる発明によるスロットアンテナは、誘電体基板と、前記誘電体基板の少な

5

くとも1つの側端部、表側および裏側に連続して形成された第1、第2および第3の導体層と、前記第1の導体層において、前記誘電体基板の表側および裏側に達するように形成された第1の無導体部と、前記第2および第3の導体層において、各々一端が前記第1の無導体部に連続し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記第2および第3の導体層の各々の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記第2および第3の導体層の各々の幅より短くなるように形成された互いに対称で「」形状の第2および第3の無導体部とを具備し、通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記第2または第3いずれかの無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とする。

【0007】請求項2に係わる発明によるスロットアンテナは、誘電体基板と、前記誘電体基板の一方の側に形成された導体層と、前記導体層において、一端が前記誘電体基板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記導体層の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記導体層の幅より短くなるように形成された「」形状の無導体部とを具備し、通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とする。

【0008】請求項3に係わる発明によるスロットアンテナは、誘電体基板と、前記誘電体基板の表側に形成された導体層と、前記導体層において、一端が前記誘電体基板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延びる水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延びる垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記誘電体基板の上端部までの前記導体層の幅が、前記水平無導体部の下端から前記誘電体基板の下端部までの前記導体層の幅より短くなるように形成された「」形状の無導体部と、前記誘電体基板の裏側において、一端部が通信機器と接続され、他端部が前記誘電体基板の表側の前記無導体部を跨ぐ位置と対称な位置となるように形成されたマイクロストリップ線路と、前記マイクロストリップ線路の前記他端部と前記無導体部近傍の前記導体層とを接続するスルーホールとを具備することを特徴とする。

【0009】請求項4に係わる発明によるスロットアンテナは、金属板と、一端が前記金属板のいずれかの側端部に達し、かつ前記側端部から垂直に延び、前記金属板の表側から裏側へ貫通する水平無導体部と、前記水平無導体部の他端から下方へ向かって延び、前記金属板の表

6

側から裏側へ貫通する垂直無導体部とから構成されるとともに、前記水平無導体部の上端から前記金属板の上端部までの前記金属板の幅が、前記水平無導体部の下端から前記金属板の下端部までの前記金属板の幅より短くなるように形成された「」形状の無導体部とを具備し、通信機器と接続する同軸ケーブルの外部導体および内部導体を前記無導体部の両側の導体部分に各々接続したことを特徴とする。

【0010】

【作用】上記請求項1乃至4に係わる発明によるスロットアンテナを水平面に対して垂直に設置した場合、水平無導体部から垂直偏波が放射され、垂直無導体部からは水平偏波が放射される。しかも、水平無導体部の上側の導体層の幅がその下側の導体層の幅よりも短いため、水平無導体部より上側の導体層に電界が集中する。したがって、垂直偏波に対する最大放射方向は水平面から上方へ傾く。

【0011】

【実施例】以下、図面を参照し、この発明の実施例を説明する。図1は本発明の第一実施例によるスロットアンテナ9の構成を示す図であり、図1(a)は同軸ケーブル10が接続される側の面を見た斜視図、同図(b)はその裏側の面を見た斜視図である。スロットアンテナ9には、厚さが約 $0.002\lambda$ の誘電体基板11が使用されており、その両表面11a、11bには導体層12aおよび12bが形成されている。また、誘電体基板11の周囲の4端面のうち1つの側端面11cには、導体層12cが形成されている。誘電体基板11の導体層12aおよび12bには、それぞれ「」状のスロット13aおよび13bが表裏で一致するように、導体層12a、12bをエッチング等の方法によって剥離して形成されている。ここで、各スロット13aおよび13bの水平部分(x方向に延びた部分)は側端面11cに達している。また、誘電体基板11の側端面11cには、スロット13aと13bを接続するスロット13cが形成されており、スロット13a、13b、13cにより1つの連続したスロット13が形成されている。ここで、スロット13a、13b、13cの幅は共に約 $0.01\lambda$ になっている。スロット13aおよび13bの水平部分の長さは各約 $0.04\lambda$ であり、垂直部分(z方向に延びた部分)の長さは各約 $0.17\lambda$ である。したがって、スロット13の全長は約 $0.42\lambda$ となっている。

【0012】この場合、誘電体基板11には、図1(b)に示すように、スロット13の水平部分の上端から誘電体基板11の上端面11dまでの導体幅を $L_1$ 、スロット13の水平部分の下端から誘電体基板11の下端面11eまでの導体幅を $L_2$ としたとき、 $L_1 < L_2$ となるような形状のものをを用いる。

【0013】また、スロット13aの垂直部分の下端13dから長さ $0.01\lambda \sim 0.02\lambda$ だけ離れた位置で

のスロットアンテナ9の入力抵抗が $50\Omega$ であるため、この位置に特性インピーダンス $50\Omega$ の同軸ケーブル10を接続すれば、同軸ケーブル10とスロットアンテナ9とのインピーダンスを整合させることができる。この場合、同軸ケーブル10の一端の内部導体10iが上記位置におけるスロット13aを横断するように各々外部導体10oおよび内部導体10iを導体層12aに半田付け等の手段により固定する。また、この同軸ケーブル10の他端が図示せぬ送信機に接続されることによりスロットアンテナ9に給電が行われる。

【0014】図2はスロットアンテナ9のスロット13内および誘電体基板11近傍の電界の方向を実線の矢印で示したものである。電界方向は誘電体基板11の表裏のスロット13aおよび13bにおいて同一方向となる。図に示すように、スロット13a、13bの各水平部分およびスロット13cには共に垂直方向の電界が発生し、これらにより垂直偏波が放射される。また、スロット13aおよび13bの各垂直部分には共に水平方向の電界が発生し、これらにより水平偏波が放射される。さらに、導体幅 $L_2$ に対して $L_1$ を短くしたため、誘電体

基板11の側端面11cのスロット13cより上側の導体層12cに電界が集中する。したがって、垂直偏波の最大放射方向は破線で示される矢印14のように水平面( $x-y$ 平面)より上方に傾く。

【0015】図3は、図1に示す $x-z$ 平面内の垂直偏波の放射パターンの一測定結果であり、標準ダイポールアンテナの利得で正規化されている。この測定結果によれば、 $x-z$ 平面の $+x$ 方向における最大放射方向は水平方向( $z=0^\circ$ )から約 $20^\circ$ 上方を向いている。ただし、水平方向に対し約 $-10^\circ$ から約 $+80^\circ$ まで

は、ほぼ様な放射パターンが得られている。また、 $x-z$ 平面の $-x$ 方向における最大放射方向は水平方向から約 $30^\circ$ 下方を向いている。

【0016】さて、図4は本実施例のスロットアンテナ9を用いた携帯無線機15の平面図である。図3の $x-z$ 面内における放射パターンが示すように、スロットアンテナ9の最大放射方向は水平面から上方にずれており、携帯無線機15を水平面から $30^\circ \sim 60^\circ$ 傾けて使用する場合(通常はこの程度傾けて使用する)、放射パターン16における最大放射方向がほぼ水平面内にある状態にすることができる。また、図1に示すスロット13aと13bとにおける電界の方向は互いに一致しており、さらに、垂直偏波はスロット13a、13bの水平部分およびスロット13cから放射されるため、携帯無線機15を実際に使用する場合の垂直偏波の放射パターン16は水平面内においてほぼ一様となる。この場合のスロットアンテナ9の利得はダイポールアンテナの利得と同等である。

【0017】また、スロット13a、13bの垂直部分からは水平偏波も放射されるので、携帯無線機等の移動

通信において発生するマルチパスフェージングにより引き起こされる偏波面の変化にも対応することができる。すなわち、スロットアンテナ9は一種のダイバーシティ・アンテナとして機能する。したがって、このスロットアンテナ9を用いれば、通信の品質が著しく向上する。具体的には、デジタル通信における誤り率が低下する。

【0018】以上、スロットアンテナ9が送信状態の場合の動作について説明したが、受信状態における指向性も同様である。つまり、スロットアンテナ9を使用する際、水平方向から到来する電波を効率よく受信することが可能である。したがって、このスロットアンテナ9aは携帯無線機の移動通信に適する。

【0019】なお、本実施例によるスロットアンテナ9において、誘電体基板11の側端面11cを除く他の3つの端面が導体層であるような構成にしてもよい。また、図1には、同軸ケーブル10をスロット13aに接続する場合を示したが、スロット13bに接続してもよい。さらに、スロット13の幅も上記の約 $0.01\lambda$ に限定することなく、 $0.003\lambda$ から $0.03\lambda$ 程度の範囲で任意に選択することが可能である。

【0020】図5は本発明の第2実施例によるスロットアンテナ9aの構成を示す斜視図である。この図において、上述した図1と対応する部分には同一の符号が付けられている。本実施例によるスロットアンテナ9aは、図1に示す第1実施例のスロットアンテナ9において、その導体層12b、12c、スロット13bおよび13cが形成されないものに等しい。つまり、誘電体基板11の表面11aに、導体層12aおよびスロット13aが形成されている。この実施例において、同軸ケーブル10は、第1実施例と同様の方法で導体面12aに接続されるが、誘電体基板11の裏面に取り付けられることはない。また、この実施例のスロットアンテナ9aのスロット13aの水平部分からは垂直偏波が放射され、垂直部分からは水平偏波が放射される。その他の動作は第1実施例と同じであるため、その説明を省略する。この実施例によるスロットアンテナ9aの構成においては、誘電体基板11の片側のみを処理すればよいので、その作製が簡単である。

【0021】図6は本発明の第3実施例によるスロットアンテナ9bの構成を示すものであり、図6(a)は導体層12aが形成されている側の面を見た斜視図、同図(b)はその裏側の面を見た斜視図である。なお、この図において、上述した図1に対応する部分には同一の符号が付けられている。本実施例は、上記第1実施例における同軸ケーブル10の代わりにマイクロストリップ線路17を用いて給電を行うものである。

【0022】図6に示すスロットアンテナ9bにおいて、誘電体基板11の表面11aの導体層12aには、図1に示すものと同様の「」状のスロット13aが形成さ

れており、誘電体基板11の裏面11bには、マイクロストリップ線路17が表面11aのスロット13aを跨ぐようにして形成されている。そして、マイクロストリップ線路17の一端部はスルーホール18を介してスロット13aの近傍の導体層12aに接続されている。そのため、マイクロストリップ線路17とスロット13aとの間に電磁界結合が起こり、マイクロストリップ線路17に印加される電力によりスロットアンテナ9bが励振される。また、他端部(誘電体基板11の端面側)はスロットアンテナ9b外部の送受信回路に接続されている。

【0023】また、マイクロストリップ線路17の特性インピーダンスが50Ωの場合、マイクロストリップ線路17とスロット13aとのインピーダンスを整合させるために、マイクロストリップ線路17は、誘電体基板11の裏側でスロット13aの下端3dから距離0.01~0.02λ離れた位置に形成される。その場合、マイクロストリップ線路17は、その中心線が第1実施例における同軸ケーブル10の内部導体10iの位置と対称な位置となるように形成される。

【0024】この実施例のスロットアンテナ9bにおいては、給電用の同軸ケーブルを半田付けする必要がないため、スロットアンテナの組立が容易である。また、スロットアンテナ9bが送受信回路等と同一基板に形成される場合、スロットアンテナ9bと送受信回路等との間の給電をマイクロストリップ線路17により行えるため、インピーダンスの整合性が極めて良好である。なお、この実施例において、側端面11cにスロットは形成されていないが、第1実施例に示すスロット13cを形成するような構成にしてもよい。

【0025】図7は本発明の第4実施例によるスロットアンテナ9cの構成を示す斜視図である。この図において、上述した図6と対応する部分には同一の符号が付けられている。本実施例によるスロットアンテナ9cは、薄い金属板19のみで構成されている。この場合、スロット20の幅は、前記第1実施例乃至第3実施例と同様に、0.003λから0.03λ程度の範囲で任意に選択することが可能である。スロット20の長さは、スロット20の空隙部分の誘電体が空気であるため、前記第1乃至第3実施例に比べ、0.01λ程度長くなる。

【0026】また、スロット20の水平部分(x方向に延びた部分)の上端から金属板19の上端面19aまでの導体幅は、スロット20の水平部分の下端から金属板19の下端面19bまでの導体幅より小さくなるように設計する。そして、スロット20の垂直部分の下端20aから0.01~0.02λ上の位置には、第1および第3実施例と同様の手段で同軸ケーブル10が固定されている。この場合、同軸ケーブル10金属板19のどちらの面に取り付けてもよい。この実施例においては、スロットアンテナ9cが金属板19のみで構成されている

ため、前記第1実施例乃至第3実施例のようなエッチング等の方法ではなく、プレス等の機械加工によりスロットアンテナ9cを容易に作製することができる。また、携帯無線機内の送受信回路を被う金属製のシールドケースやカバー等と同一金属で同時加工することも可能であり、製作コストの低減に寄与する。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、スロットアンテナの水平面内における垂直偏波に対する指向性をほぼ一樣にすることができるため、携帯無線機等の移動通信に適する。また、スロットアンテナの指向性の最大方向を水平面に対し傾けることができるため、実際の通話状態において、スロットアンテナの利得を最大にすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例によるスロットアンテナ9の構成を示す斜視図である。

【図2】同実施例におけるスロットアンテナ9の電界分布を示す図である。

【図3】同実施例における放射パターンを示す図である。

【図4】同実施例におけるスロットアンテナ9を用いた携帯無線機15の平面図である。

【図5】この発明の第2実施例によるスロットアンテナ9aの構成を示す斜視図である。

【図6】この発明の第3実施例によるスロットアンテナ9bの構成を示す斜視図である。

【図7】この発明の第4実施例によるスロットアンテナ9cの構成を示す斜視図である。

【図8】理想動作状態でのホイップアンテナ1の平面図である。

【図9】有限接地面4上に設置されたホイップアンテナ1の平面図である。

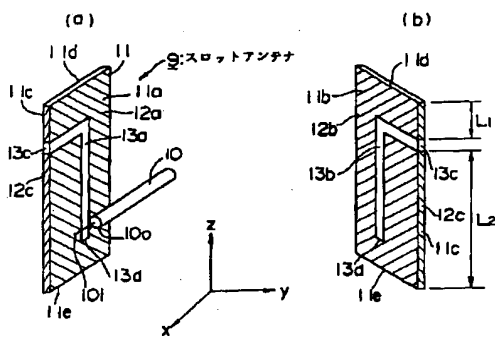
【図10】ホイップアンテナ1を用いた従来の携帯無線機6の平面図である。

【符号の説明】

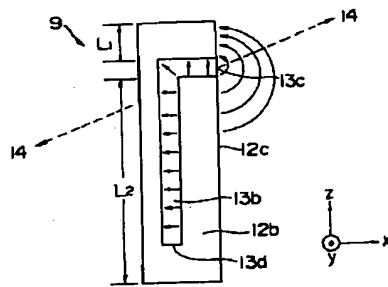
- 9, 9a~9c スロットアンテナ
- 10 同軸ケーブル
- 11 誘電体基板
- 11a 表面
- 11b 裏面
- 11c 側端面
- 11d, 19a 上端面
- 11e, 19b 下端面
- 12a, 12b, 12c 導体層
- 13a~13c, 20 スロット
- 17 マイクロストリップ線路
- 18 スルーホール
- 19 金属板



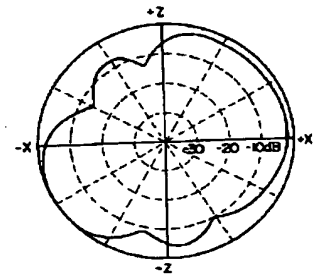
【図1】



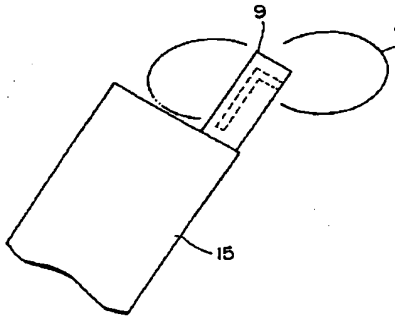
【図2】



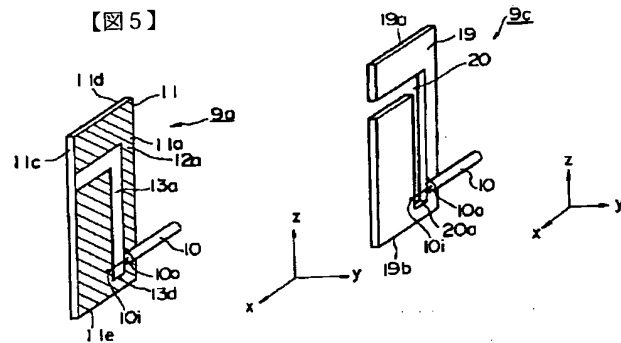
【図3】



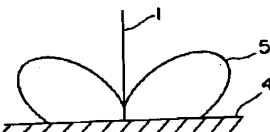
【図4】



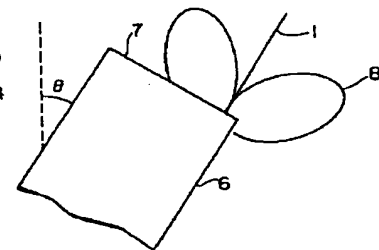
【図5】



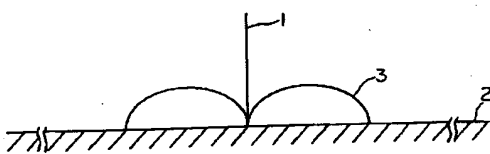
【図9】



【図10】



【図8】



【図6】

